

**Water electrolysis process control - by current regulation according to prod. gas withdrawal or pressure**

**Patent number:** DE4020721  
**Publication date:** 1992-01-02  
**Inventor:** SEEHUBER MICHAEL DIPL ING (DE); SENDLER  
WOLFGANG DR ING (DE)  
**Applicant:** LINDE AG (DE)  
**Classification:**  
- **international:** B01D53/30; C25B1/04; C25B15/02; G05B21/02  
- **european:** C25B15/02, G05D16/20D4  
**Application number:** DE19904020721 19900629  
**Priority number(s):** DE19904020721 19900629

**Abstract of DE4020721**

Control of a H<sub>2</sub>-generating water electrolysis system is effected by regulating the electrolysis current in accordance with the withdrawn amt. and the pressure of one or both prod. gases (H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>).

**ADVANTAGE** - The process provides stable and rapid regulation of the entire plant, even when the prod. gases are passed from the electrolyser into the gas space of an entrained electrolyte sepn. device.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 40 20 721 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**C 25 B 15/02**  
C 25 B 1/04  
G 05 B 21/02  
B 01 D 53/30

⑳ Aktenzeichen: P 40 20 721.8  
㉑ Anmeldetag: 29. 6. 90  
㉒ Offenlegungstag: 2. 1. 92

DE 40 20 721 A 1

㉓ Anmelder:  
Linde AG, 6200 Wiesbaden, DE

㉔ Erfinder:  
Seehuber, Michael, Dipl.-Ing. (TU), 8130 Starnberg,  
DE; Sandler, Wolfgang, Dr.-Ing. (TU), 8038  
Gröbenzell, DE

⑤④ Verfahren zur Steuerung einer Wasserstoffelektrolyseanordnung

⑤⑦ Die dynamische Lastanpassung einer Wasserstoffelektrolyse wird über den Druck und die Durchflußmenge wenigstens eines der Produktgase, nach Abtrennung mitgeführten Elektrolyts, gesteuert. Zur Vermeidung von Druckschwankungen an den Diaphragmen wird der Druck der Produktgase auf beiden Seiten über die gemessenen Werte der Flüssigkeitsstände und/oder Drücke in den Abscheidevorrichtungen auf einen konstanten, gleichen Wert geregelt. Die Differenzdruckregelung erfolgt dabei in Abhängigkeit von der gemessenen Differenz der Flüssigkeitsstände oder der Differenz der gemessenen Drücke. Die gemessenen Flüssigkeitsstände in den Abscheidevorrichtungen dienen weiterhin einer Summenstandsregelung, die über die Frischwasserzufuhr erfolgt.

DE 40 20 721 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer Wasserstoffelektrolyseanordnung, bestehend aus einem Elektrolytor, dessen Gleichrichter zur Gleichstrom-/Gleichspannungsversorgung sowie Abscheidevorrichtungen zur Abtrennung von Elektrolyt von den gebildeten Gasen Wasserstoff und Sauerstoff.

Die Wasserstoffelektrolyse dient der Erzeugung der Gase Wasserstoff und Sauerstoff auf elektrochemischem Wege aus Wasser. In der Regel soll hauptsächlich der Wasserstoff als Energieträger gewonnen werden.

Die Spaltung von Wasser in seine Grundkomponenten erfolgt, indem Wasser zusammen mit einem Elektrolyten unter Gleichspannung/Gleichstrom gesetzt wird. Der Elektrolyt ist eine Lauge, die die Dissoziationsfähigkeit der Wassermoleküle erhöht. An den Elektroden können sich damit die entsprechenden Gase bilden, anodenseitig Sauerstoff und kathodenseitig Wasserstoff.

Zur Erzeugung von Wasserstoff und Sauerstoff in großtechnischem Umfang werden Elektrolytoren verwendet, die in der Regel aus einer Vielzahl einzelner Elektrolysezellen aufgebaut sind. Eine Elektrolysezelle als Baueinheit besteht aus Kathode, Anode und einem die Elektrodenkammern trennenden Diaphragma. Schichtweise werden diese Einzelzellen in einem Block zusammengefaßt, wobei sie voneinander durch undurchlässige Zellentrennwände abgeschlossen sind.

Die Bereitstellung der zur Elektrolyse notwendigen Gleichspannung bzw. des Gleichstromes erfolgt über ein Gleichrichteraggregat.

Die sich an den Elektroden bildenden Gase werden getrennt aufgefangen und von mitgeführtem Elektrolyten geschieden, welcher zur Wiederverwendung erneut den Elektrolysezellen zuge speist werden kann.

Die Abscheidung des Elektrolyten erfolgt gewöhnlich in zwei im Gasraum voneinander getrennten, jedoch in der Flüssigkeit durch kommunizierende Röhren miteinander verbundenen Abscheidern.

Aus der deutschen Anmeldung P 38 33 186.1 ist ein Verfahren zur Steuerung einer derart aufgebauten Wasserstoffelektrolyseanordnung bekannt. Dort wird die Lastanpassung der Elektrolyseleistung über die Durchflußmenge der Produktgase, nach Abtrennung mitgeführten Elektrolyts, gesteuert. Mittels Detektoren für die Durchflußmenge, die über Signalleitungen mit dem Gleichrichteraggregat der Anlage in Verbindung stehen, kann der Strom für die Elektrolyse kontinuierlich zwischen 0 und 100% geregelt werden. Bei großem Gasverbrauch, d. h. großer Durchflußmenge, wird die Stromstärke erhöht, während bei sinkendem Bedarf die Stromstärke vermindert wird.

Das bekannte Verfahren kann bei drucklos betriebenen Elektrolysen angewandt werden, bei denen die Produktgase in Zwischenspeichern aufgefangen werden. Ebenso läßt es sich jedoch auch zur Steuerung von Druckelektrolyseanlagen einsetzen, da durch die Steuerung der Produktionsleistung der Elektrolyse über den Verbrauch eine Zwischenlagerung der Produktgase entfallen kann.

Das bekannte Vorgehen hat jedoch den Nachteil, daß bereits geringe Meßfehler der Durchflußmenge im Betrieb der Elektrolyseanordnung zu einem instabilen Gesamtzustand führen können.

Der Erfindung lag damit die Aufgabe zugrunde, das bekannte Konzept so zu verbessern, daß das Regelverhalten der Gesamtanlage stabil und trotzdem schnell ist, und zwar auch dann, wenn die Produktgase aus dem

Elektrolytor in den Gasraum der Abscheidevorrichtungen eingeleitet werden.

Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, daß die Stromstärke der Elektrolyse in Abhängigkeit von der Entnahmemenge und dem Druck eines oder beider Produktgase geregelt wird.

Damit wird die Elektrolyseanordnung in dynamischem Betrieb, d. h. verbrauchsabhängig über Druck und Entnahmemenge der Produktgase nach Abscheidung mitgeführten Elektrolyts gesteuert.

Die Entnahmemenge bestimmt sich dabei nach der gemessenen Durchflußmenge. Das erfindungsgemäße Verfahren führt in vorteilhafter Weise zur Kompensation von Meßfehlern der Durchflußmenge, die zu einem instabilen Regelverhalten der Gesamtanlage führen würden. Kommt es bei einem der Produktgase zur Erhöhung der Entnahme über einen Verbraucher, so äußert sich dies zuerst in einem Anstieg der Durchflußmenge, bevor der Druck des Produktgases infolge des Abzugs zu sinken beginnt und der Druckregler korrigierend eingreift. Die von Durchflußmeßwertgeber und Druckregler erzeugten Signale werden in geeigneter Weise, z. B. additiv oder multiplikativ, miteinander verknüpft und der Steuerung des Gleichrichteraggregats zugeleitet, welches die Stromstärke entsprechend dem Produktgasbedarf nachregelt.

In der Regel dient die Elektrolyse der Wasserstoffherzeugung, wodurch die Steuerung der Gesamtanordnung bevorzugt von dieser Produktgasseite erfolgt.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist anwendbar auf alle Arten von Wasserstoffelektrolysen, solche mit und solche ohne Zwischenspeicherung von wenigstens einem Produktgas.

Besonders vorteilhaft ist es, das erzeugte Produktgas zwischenzuspeichern. Diese Vorgehensweise ist sowohl für drucklose wie unter Druck betriebene Wasserstoffelektrolyseanordnungen geeignet. Durch die Zwischenspeicherung erfolgt eine Pufferung zwischen der Elektrolysesteuerung und dem Verbraucher. So macht sich eine Entnahme von Produktgas aus einem Zwischenspeicher primär durch Erhöhung der Durchflußmenge bemerkbar, bevor der Druck abzusinken beginnt.

Weiterhin wird vorgeschlagen, daß bei Zwischenspeicherung wenigstens eines Produktgases dessen Druck im Speicher geregelt wird.

Hierbei wird das Reglerausgangssignal der Wasserstoffbedarfsmessung (über die Messung der Durchflußmenge) aufgeschaltet. Das resultierende kompensierte Signal dient der Steuerung des elektrischen Stroms durch die Elektrolyse.

Auf diese Weise können Meßfehler in der Entnahmemenge ausgeglichen werden, so daß es nicht zu einem Leerlaufen oder Überladen des Produktspeichers, in aller Regel des  $H_2$ -Speichers, kommt.

Diese Art der Regelung ist gleichfalls anwendbar auf Elektrolyseanordnungen, die sowohl mit als auch ohne Druckdifferenz an den Diaphragmen arbeiten.

Ist eine Belastung der Diaphragmen durch unterschiedliche Drücke auf beiden Produktseiten unzulässig, so wird erfindungsgemäß der Druck der Produktgase auf beiden Produktseiten über die gemessenen Werte der Flüssigkeitsstände und/oder Drücke in den Abscheidevorrichtungen auf einen konstanten, gleichen Wert geregelt.

Durch diesen Schritt werden Druckschwankungen an den Diaphragmen der Elektrolysezellen vermieden. Bereits geringe Druckdifferenzen auf den Produktseiten könnten sonst zu einer unzulässigen Diffusion von Was-

serstoff und/oder Sauerstoff oder zu einer Schädigung der Diaphragmen führen.

Vorteilhafterweise handelt es sich bei dieser Regelung um eine Differenzdruckregelung, bei welcher der Differenzdruck beider Produktseiten zu Null geregelt wird.

Die Differenzdruckregelung erfolgt günstigerweise in den Abscheidevorrichtungen, indem die gemessene Differenz der Flüssigkeitsstände des abgeschiedenen Elektrolyts einem oder beiden Druckreglern der Produktgase zur Soll-Wert- oder Ist-Wertkorrektur aufgegeben wird. Dies erfolgt vorteilhaft über ein Übertragungsglied, welches beispielsweise ein Proportional- oder Proportional-Integralverhalten haben kann oder auch ein Regler mit Soll-Wert Null ist. Mit dieser Maßnahme wird erreicht, daß die Differenzdruckregelung in Abhängigkeit von der gemessenen Differenz der Flüssigkeitsstände in den Abscheidevorrichtungen erfolgt.

Eine alternative Maßnahme der Regelung stellt die erfindungsgemäße Ausgestaltung dar, den Differenzdruck zwischen den Produktgasen in den Abscheidevorrichtungen über eine Differenzdruckmessung zu regeln.

Die Differenzdruckregelung wirkt vorteilhafterweise auf Produktgasdruckregler oder direkt auf ein Stellglied, d. h. beispielsweise ein Regelventil, in einer oder beiden Produktgasleitungen.

In Ausgestaltung der Erfindung wird die Flüssigkeitsmenge in den Abscheidevorrichtungen günstigerweise durch eine Regelung der gemessenen Summe bzw. des Mittelwertes der Flüssigkeitsstände über die Frischwasserzufuhr konstant gehalten. Durch diese Summenstandsregelung werden Stand- und Differenzdruckregelung entkoppelt und Schwankungen der Drücke und Flüssigkeitsstände weiter verringert.

Das erfindungsgemäße Verfahren sei im folgenden beispielhaft anhand der schematischen Figur beschrieben.

Eine Druckelektrolyseanordnung zur Erzeugung von Wasserstoff und Sauerstoff wird über das Gleichrichteraggregat 1 mit Gleichstrom/Gleichspannung über die mit + und - angedeuteten Stromschienen versorgt. Der Elektrolytor 2 besteht aus einer Vielzahl von Elektrolyseinzellen, in deren Elektrolytkammern (anodenseitig Sauerstoff und kathodenseitig Wasserstoff) die Produktgase gebildet werden. Diese Produktgase werden in getrennten Sammelleitungen aufgefangen und aus dem Elektrolytor entfernt. Über Leitung 4 wird der Wasserstoff abgezogen und zur Abscheidung von mitgeführtem Elektrolyten in den Abscheider 5 geleitet.

Analog dazu wird mit dem in Leitung 3 abgezogenen Sauerstoff verfahren, dessen Elektrolytabtrennung in Abscheider 6 erfolgt. Beide Abscheider sind durch kommunizierende Röhren miteinander verbunden, angedeutet durch Leitung 7. Eine gemeinsame Leitung 8 verbindet die beiden Abscheider mit dem Elektrolysezellenblock, um den abgetrennten Elektrolyt wieder der Elektrolyse zuzuspeisen. Durch die gemeinsame Zufuhr von Elektrolytlösung aus beiden Abscheidern ist eine gleichbleibende Elektrolytkonzentration gewährleistet.

Mittels Leitung 9 wird der Nachschub an zu elektrolysierendem Wasser eingespeist. Die in den Gasräumen der Abscheider 5 und 6 anfallenden Produktgase gelangen über die Leitungen 10 und 12 zu möglichen Verbrauchern. Der Wasserstoff wird der besseren Handhabung wegen zuvor in einen Zwischenspeicher 11 eingeleitet. Die Steuerung des Gleichrichteraggregats zur Stromversorgung der Elektrolysezellenanordnung erfolgt über die Messung der Durchflußmenge mittels De-

tektor F und über die Regelung des Druckes im Zwischenspeicher 11 mittels Druckregler PC. Die Signale beider Meßstellen werden in geeigneter Weise miteinander verknüpft und der Steuerung des Gleichrichteraggregats 1 aufgegeben. Diese Steuerung wird unterstützt dadurch, daß der Druck in beiden Produktgasabscheidern 5 und 6 auf einen konstanten Wert geregelt wird. Diese Regelung erfolgt durch Messung der Flüssigkeitsstände mittels der Detektoren L, deren gemessene Werte additiv und subtraktiv verknüpft werden. Das Differenzsignal wird über ein Übertragungsglied UY mit den Soll-Werten der jeweiligen Druckregler PC verknüpft, welche wiederum die Ventile in den Produktgasleitungen 10 und 12 ansteuern. Das Summensignal wird als Ist-Wert dem Regler LC zugeführt, der die Frischwasserzufuhr in Leitung 9 steuert.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer Wasserstoffelektrolyseanordnung, bestehend aus einem Elektrolytor, dessen Gleichrichter zur Gleichstrom-/Gleichspannungsversorgung sowie Abscheidevorrichtungen auf beiden Produktseiten zur Abtrennung von Elektrolyt von den gebildeten Gasen Wasserstoff und Sauerstoff, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromstärke der Elektrolyse in Abhängigkeit von der Entnahmemenge und dem Druck eines oder beider Produktgase geregelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Produktgas Wasserstoff zwischengespeichert wird und die Stromstärke über die Entnahmemenge aus dem Speicher und den Druck im Speicher geregelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck der Produktgase auf beiden Produktseiten über die gemessenen Werte der Flüssigkeitsstände und/oder Drücke in den Abscheidevorrichtungen auf einen konstanten, gleichen Wert geregelt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in Abhängigkeit von der gemessenen Differenz der Flüssigkeitsstände in den Abscheidevorrichtungen eine Differenzdruckregelung erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Differenzdruckregelung über die Differenz der gemessenen Drücke in den Abscheidevorrichtungen erfolgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das gemessene Differenzstand- oder Differenzdrucksignal über ein Übertragungsglied einem oder beiden Druckreglern der Produktgase zur Soll-Wert- oder Ist-Wertkorrektur aufgegeben wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß über die gemessenen Werte der Flüssigkeitsstände in den Abscheidevorrichtungen eine Summenstandsregelung erfolgt.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Summenstand in den Abscheidevorrichtungen über die Frischwasserzufuhr geregelt wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

